

P25219.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Hisashi SENG A et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : DRIVING METHOD AND DRIVING CIRCUIT OF LIGHT SOURCE
APPARATUS


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-116837, filed April 22, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Hisashi SENG A et al.


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

Reg 16
33,329

April 16, 2004
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 6 8 3 7
Application Number:

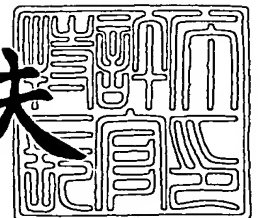
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 6 8 3 7]

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 1 5 5 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032450114

【提出日】 平成15年 4月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/068

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 千賀 久司

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 石橋 広通

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 古宮 成

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 笠澄 研一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光源装置の駆動方法および光源装置の駆動回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも活性層領域と位相調整領域と分布ブラッグ反射（D B R）領域とを有する半導体レーザ光源と、前記半導体レーザ光源の出射光から第 2 高調波を発生させる第 2 高調波発生デバイスとを備えた光源装置の駆動方法であって、

記録マーク形成時に活性層領域に注入するマルチパルス変調電流の平均値を算出し、

さらに前記平均値と、記録スペース形成時に活性層領域に注入するバイアス電流値との差分値を算出し、

前記差分値に定数を乗じた電流値で位相調整領域を変調することを特徴とする光源装置の駆動方法。

【請求項 2】 前記差分値から、マルチパルス変調電流注入時の発熱量とバイアス電流注入時の発熱量との差分を算出し、

前記発熱量の差分値に定数を乗じた電流値で位相調整領域を変調することを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置の駆動方法。

【請求項 3】 少なくとも活性層領域と位相調整領域と分布ブラッグ反射（D B R）領域とを有する半導体レーザ光源と、前記半導体レーザ光源の出射光から第 2 高調波を発生させる第 2 高調波発生デバイスとを備えた光源装置の駆動回路であって、

活性層領域を駆動する手段と、

記録マーク形成時に活性層領域に注入するマルチパルス変調電流の平均値を算出する手段と

さらに前記平均値と、記録スペース形成時に活性層領域に注入するバイアス電流値との差分を算出する手段と

前記差分値に定数を乗じた電流値で位相調整領域を変調する手段とを備えたことを特徴とする光源装置の駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源装置の駆動方法および光源装置の駆動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ディスクの高密度化、及びディスプレイの高繊細化を実現するためには、小型の短波長光源が必要とされる。小型の短波長光源として、半導体レーザと擬似位相整合（以下『QPM』と記す）方式の光導波路型第2高調波発生（以下『SHG』と記す）デバイス（光導波路型QPM-SHGデバイス）を用いたコヒーレント光源が注目されている（例えば、非特許文献1参照）。

【0003】

図1に、光導波路型QPM-SHGデバイスを用いたSHG青色光源の概略構成図を示す。図1に示すように、半導体レーザとして、分布ブラッグ反射器（以下『DBR』と記す）領域を有する波長可変DBR半導体レーザ54が用いられている。波長可変DBR半導体レーザ54は、 $0.85\mu\text{m}$ 帯の100mW級AlGaAs系波長可変DBR半導体レーザであり、活性層領域56と位相調整領域57とDBR領域58とにより構成されている。そして、位相調整領域57とDBR領域58への注入電流を或る一定の比率で制御することにより、連続的に発振波長を変化させることができる。

【0004】

第2高調波発生デバイスである光導波路型QPM-SHGデバイス55は、X板MgOドーパLiNbO₃基板59上に形成された、光導波路60と周期的な分極反転領域61とにより構成されている。光導波路60は、ピロリン酸中でプロトン交換することによって形成される。また、周期的な分極反転領域61は、櫛形の電極をX板MgOドーパLiNbO₃基板59上に形成し、電界を印加することによって作製される。

【0005】

図1に示すSHG青色光源においては、100mWのレーザ出力に対して75mWのレーザ光が光導波路60に結合する。そして、波長可変DBR半導体レー

ザ54の位相調整領域57及びDBR領域58への注入電流量を制御することにより、発振波長が光導波路型QPM-SHGデバイス55の位相整合波長許容幅内に固定される。このSHG青色光源を用いることにより、波長425nmの青色光が25mW程度得られているが、得られた青色光は、横モードがTE₀₀モードで回折限界の集光特性を有し、ノイズ特性も相対雑音強度が-140dB/Hz以下と小さく、光ディスクの再生に適した特性を有する。

【0006】

第2高調波発生デバイスである光導波路型QPM-SHGデバイス55は、基本波光の波長に対する青色光出力特性を評価すると、その青色光出力が半分になる波長幅（位相整合に対する波長許容幅）が0.1nm程度と小さいことが分かる。これは、青色光出力を安定に得るためには大きな問題となる。この問題を解決するために、従来においては、基本波光として波長可変DBR半導体レーザ54が用いられ、基本波光の波長（発振波長）を光導波路型QPM-SHGデバイス55の位相整合波長許容幅内に固定し、安定な青色光出力を実現している。

【0007】

一般に、半導体レーザ光源の発振波長は周囲温度によって変化し、光導波路型QPM-SHGデバイス55の最適波長も周囲温度によって変化する。このため、従来においては、半導体レーザ光源及び光導波路型QPM-SHGデバイス55をペルチェ素子等を利用してその温度を一定に保つことにより、青色光の出力安定化を図っていた。

【0008】

しかし、光ディスクやレーザプリンタ等の光情報処理機器への搭載を考えた場合、稼働状態において、平均的な出力パワーは時々刻々と変化する。このとき、半導体レーザ光源の発生する熱量が変化し、ペルチェ素子等を利用して周囲温度を一定に保っている場合であっても、半導体レーザ光源自体の温度が変化し、ひいては発振波長が変化するために、安定な青色光出力が得られないという問題がある。

【0009】

また、装置の小型化のためにペルチェ素子等の温度制御装置を用いない場合に

は、周囲温度の変動はより大きくなり、光導波路型 QPM-SHG デバイス 55 の出力変動を引き起こすことになる。

【0010】

例えば、光ディスク装置においては、高速変調時に、活性層領域 56 への注入電流の変化によって活性層領域 56 の温度が変化し、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 の実効的な光学的距離 L が変化する。このような課題に対して、従来の技術においては、図 2 に示すように活性層領域 56 に注入される電流（注入電流）と相補的な電流を位相調整領域 57 に印加することにより、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 全体での発熱量をほぼ一定に保つことができる（以下、この駆動方式を『コンプリメンタリ補償方式』と呼ぶ）。このとき、活性層領域 56 での光学的距離と位相調整領域 57 での光学的距離がほぼ対称変化し、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 の実効的な光学的距離 L が一定に保たれる。このため、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 の発振波長を抑制し、青色光出力パワーの変動を抑えることができる（例えば、特許文献 1）。

【0011】

【非特許文献 1】

山本他、Optics Letters Vol. 16, No. 15,
1156 (1991)

【特許文献 1】

特開 2001-326418 号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記コンプリメンタリ補償方式には問題点がある。位相調整領域 57 に電流を注入すると、注入電流に応じて位相調整領域 57 内の電荷密度が変動し、これにより位相調整領域 57 内の屈折率が変化する現象が発生する（この現象は『プラズマ効果』と呼ばれる）。コンプリメンタリ補償方式において、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 全体での発熱量をほぼ一定に保つ目的で、活性層領域 56 に注入される電流（注入電流）と相補的な電流を位相調整領域 57 に印加すると、プラズマ効果により、半導体レーザの実効的な光学的が変動し、青

色光出力パワーが変動してしまう。

【0013】

本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、半導体レーザ光源と第2高調波発生デバイスとからなる光源装置の駆動方法であって、高速変調時においても、安定な高調波出力を実現することのできる光源装置の駆動方法を提供することを目的とする。また、本発明は、かかる光源装置の駆動方法を実現することのできる光源装置の駆動回路を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するため、本発明の光源装置の駆動方法は、少なくとも活性層領域と位相調整領域と分布ブラッグ反射（DBR）領域とを有する半導体レーザ光源と、前記半導体レーザ光源の出射光から第2高調波を発生させる第2高調波発生デバイスとを備えた光源装置の駆動方法であって、記録マーク形成時に活性層領域に注入するマルチパルス変調電流の平均値を算出し、さらに前記平均値と、記録スペース形成時に活性層領域に注入するバイアス電流値との差分値を算出し、前記差分値に定数を乗じた電流値で位相調整領域を変調することを特徴とする。

【0015】

また、本発明の光源装置の駆動回路は、少なくとも活性層領域と位相調整領域と分布ブラッグ反射（DBR）領域とを有する半導体レーザ光源と、前記半導体レーザ光源の出射光から第2高調波を発生させる第2高調波発生デバイスとを備えた光源装置の駆動回路であって、活性層領域を駆動する手段と、記録マーク形成時に活性層領域に注入するマルチパルス変調電流の平均値を算出する手段とさらに前記平均値と、記録スペース形成時に活性層領域に注入するバイアス電流値との差分を算出する手段と前記差分値に定数を乗じた電流値で位相調整領域を変調する手段とを備えたことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

【0017】

図3は本発明の実施の形態における光源装置を示す概略構成図である。

【0018】

図3に示すように、本実施の形態の光源装置においては、基本波として用いられる半導体レーザ光源として、分布ブラッグ反射器（以下『DBR』と記す）領域1と、注入電流によってレーザ内の光の位相を調整する位相調整領域2と、注入電流によってその出力パワーを制御する活性層領域3とを有する $0.85\mu\text{m}$ 帯の100mW級AlGaAs系波長可変DBR半導体レーザ光源4が用いられている。

【0019】

また、第2高調波発生デバイスとしては、擬似位相整合（以下『QPM』と記す）方式の光導波路型第2高調波発生（以下『SHG』と記す）デバイス（光導波路型QPM-SHGデバイス）5が用いられている。すなわち、光導波路型QPM-SHGデバイス5は、ニオブ酸リチウム（LiNbO₃）を用いた光学結晶基板（0.5mm厚のX板MgOドープLiNbO₃基板）11の上面に形成された、光導波路12と、基本波と高調波の伝搬定数差を補償するための、光導波路12と直交する周期的な分極反転領域とにより構成されている。光導波路12は、ピロリン酸中でプロトン交換することによって形成される。また、周期的な分極反転領域は、櫛形の電極をX板MgOドープLiNbO₃基板11上に形成し、電界を印加することによって作製される。光導波路型QPM-SHGデバイス5は、大きな非線形光学定数を利用することができ、また、光導波路型であり、長い相互作用長とすることが可能であるため、高い変換効率を実現することができる。

【0020】

半導体レーザ光源4と光導波路型QPM-SHGデバイス5は、Siサブマウント6上で一体化され、ペルチェ素子によって温度コントロールされている。基本波光である半導体レーザ光は、レンズを用いることなく、直接結合によって光導波路型QPM-SHGデバイス5の光導波路に結合する。すなわち、半導体レ

ーザ光源 4 から出射された基本波光は、光導波路型 QPM-SHG デバイス 5 に入射され、光導波路型 QPM-SHG デバイス 5 に入射した基本波光は、光導波路 12 の内部に閉じ込められて伝搬する。光導波路 12 内を伝搬する基本波光は、光学結晶 (X 板 MgO ドープ LiNbO₃) が有する非線形性によって第 2 高調波に変換され、光導波路型 QPM-SHG デバイス 5 の出射端面から基本波光の 2 分の 1 の波長を有する高調波光が出射される。

【0021】

上記の構造を有する光導波路型 QPM-SHG デバイス (以下『SHG 光源』ともいう) 5 は、光学結晶 (X 板 MgO ドープ LiNbO₃) が有する波長分散特性により、入射される基本波光の波長に対して、図 4 に示すような波長特性を有する。図 4 は、入射した基本波光の波長に対して、出射される高調波光の出力パワーを示す。高調波光は、基本波光の最適波長 λ_0 をピークとして、基本波光の波長 λ に対して、下記 (数 1) に示すような SINC 関数によって表される出力特性を示す。

【0022】

【数 1】

$$y = \text{Sinc} \{ (\lambda - \lambda_0) \times \pi / a \} \\ = \sin \{ (\lambda - \lambda_0) \times \pi / a \} / \{ (\lambda - \lambda_0) \times \pi / a \} \cdots \text{数 1}$$

【0023】

ここで、高調波出力パワーが最大値の半分になる波長幅によって表される波長許容度は、約 0.1 nm の幅を有し、安定に青色出力を得るためには、基本波光の波長を正確かつ安定に λ_0 に制御する必要がある。

【0024】

以下、図 3 に示す半導体レーザ光源 4 の発振波長を制御する方法について説明する。

【0025】

半導体レーザ光源においては、一般に、前後の反射面の光学的距離 L に対して下記 (数 2) を満たす波長 λ の光のみが励振される。

【0026】

【数2】

$$2L = n\lambda \quad (n: \text{整数}) \quad \dots \text{数2}$$

【0027】

上記(数2)を満たす波長 λ の列は『縦モード』と呼ばれ、この場合の発振波長は離散的な値をとる。図3に示す半導体レーザ光源4においては、DBR領域1と半導体レーザ光源4の出射端面との間に位相調整領域2が設けられており、位相調整領域2に印加される電流によって半導体レーザ光源4の光学的距離 L を変化させて、縦モードの波長 λ を変化させることができる。このように位相調整領域2に印加される電流によって半導体レーザ光源4の発振波長を制御することができる。

【0028】

しかし、この波長制御方法では、以下に述べる理由により、波長制御範囲が制限される。すなわち、図3に示す半導体レーザ光源4のDBR領域1にはグレーティングが形成されており、その周期によって規定される波長の光のみが反射される。具体的には、DBR領域1の屈折率を n_{DBR} 、DBR領域1のグレーティング周期を Λ としたとき、DBR領域1で反射され得る光の波長の範囲は、 $2\Lambda/n_{\text{DBR}} \pm 0.1\text{ nm}$ 程度であり、この範囲内の波長制御しか行うことができない。

【0029】

本実施の形態においては、上記の波長制御範囲を拡大するために以下の方法が採られる。すなわち、DBR領域1には電極が形成されており、この電極に印加される電流によって、DBR領域1の実効的なグレーティング周期が変化すると共に、DBR領域1での最適波長が変化する。位相調整領域2に印加される電流による縦モードの波長の変化に追従するように、DBR領域1の最適波長を変化させることにより、連続的に発振波長を制御することが可能となる。実際には、DBR領域1と位相調整領域2に、一定比率の電流を印加することになる。

【0030】

従来の技術においては、図1に示す光源において、図2のタイミングチャート

に示すように活性層領域 56 に注入される電流（注入電流）と相補的な電流を位相調整領域 57 に印加することにより、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 全体での発熱量をほぼ一定に保つことができる（以下、この駆動方式を『コンプリメンタリ補償方式』と呼ぶ）。このとき、活性層領域 56 での光学的距離と位相調整領域 57 での光学的距離がほぼ対称変化し、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 の実効的な光学的距離 L が一定に保たれる。このため、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 の発振波長を抑制し、青色光出力パワーの変動を抑えることができる。

【0031】

しかしながら、上記コンプリメンタリ補償方式には問題点がある。位相調整領域 57 に電流を注入すると、注入電流に応じて位相調整領域 57 内の電荷密度が変動し、これにより位相調整領域 57 内の屈折率が変化する現象が発生する（この現象は『プラズマ効果』と呼ばれる）。コンプリメンタリ補償方式において、波長可変 DBR 半導体レーザ 54 全体での発熱量をほぼ一定に保つ目的で、活性層領域 56 に注入される電流（注入電流）と相補的な電流を位相調整領域 57 に印加すると、プラズマ効果により、半導体レーザの実効的な光学的距離 L が変動し、青色光出力パワーが変動してしまう。

【0032】

発明者らは、活性層領域への注入電流と位相調整領域への注入電流とが引き起こす波長変動による第 2 高調波出力変動の挙動を、図 5 に示すような簡単なモデルにより解析した（以下このモデルを『波長変動解析モデル』と呼ぶ）。

【0033】

活性層領域へ電流が注入されると、活性層領域が注入電流（ I_{op} ）による発熱により、光学的距離 L が変化し、半導体レーザの波長を変動させる。510 は、注入電流 I_{op} による波長変化の伝達関数を示す。この伝達関数は、熱による応答であるので、一次遅れ系の伝達関数 511 として表現され、注入電流 I_{op} による波長変化を $\Delta\lambda_{op}$ とすると、

$$\Delta\lambda_{op} = K a / (1 + s / a)$$

と表現される。

【0034】

また、活性層領域へ電流 I_{op} が注入されると、コンプリメンタリ補償方式においては、位相調整領域に、注入電流 I_{op} とは逆相の電流が注入される。図5のモデルにおいては、反転増幅器 500 により、注入電流 I_{op} を $-\alpha$ 倍して、位相領域への注入電流 I_{ph} を生成している。

【0035】

伝達関数 520 は、位相領域への注入電流 I_{ph} により引き起こされる波長変化を示している。伝達関数 521 は、注入電流 I_{ph} による発熱により、光学的距離 L が変化し、半導体レーザの波長を変動させる成分を示しており、熱による応答であるので、一次遅れ系の伝達関数として表現され、注入電流 I_{ph} の発熱による波長変化を $\Delta\lambda_{ph1}$ とすると、

$$\Delta\lambda_{ph1} = Kc / (1 + s/c)$$

と表現される。

【0036】

伝達関数 522 は、注入電流 I_{ph} により、位相調整領域中の電荷密度の変化に比例して、位相調整領域内の屈折率が変化し（プラズマ効果）、これにより光学的距離 L が変化し、半導体レーザの波長を変動させる成分を示している。注入電流に比例した成分であるので、増幅器の伝達関数として表現され、注入電流 I_{ph} のプラズマ効果による波長変化を $\Delta\lambda_{ph2}$ とすると、

$$\Delta\lambda_{ph2} = Kb$$

と表現される。

【0037】

したがって、注入電流 I_{ph} による波長変化を $\Delta\lambda_{ph}$ とすると、 $\Delta\lambda_{ph}$ は

$$\Delta\lambda_{ph} = \Delta\lambda_{ph1} + \Delta\lambda_{ph2}$$

と表現される。

【0038】

半導体レーザの波長変動 $\Delta\lambda$ は、加算器 530 により注入電流 I_{op} による波長変化 $\Delta\lambda_{op}$ と注入電流 I_{ph} による波長変化 $\Delta\lambda_{ph}$ とを加算した形式で表現され、

$$\Delta \lambda = \Delta \lambda_{op} + \Delta \lambda_{ph}$$

と表現される。

【0039】

この波長変動 $\Delta \lambda$ を有する光が、光導波路型 QPM-SHG デバイスに伝播する。光導波路型 QPM-SHG デバイスは、波長に対して非常にシャープなバンドパス特性を有しており、光導波路型 QPM-SHG デバイスの入力波長に対する 2 次高調波出力の伝達関数 540 は

$$G(\Delta \lambda) = \exp(\Delta \lambda / \lambda_{1/e})$$

と表現される。

【0040】

以上のようなモデルにより、活性層領域への注入電流 I_{op} と位相調整領域への注入電流 I_{ph} とが引き起こす波長変動による第 2 高調波出力変動の挙動が把握された。

【0041】

ここで、図 6 を用いて、活性層領域へ単純な方形波電流を入力した場合の、上述のモデルの各部の挙動を説明する。(a) は活性層領域への入力電流 I_{op} を示しており、ここでは単純な方形波電流としている。また、(b) に示すように反転増幅器 500 により、 I_{op} を $-a$ 倍したものを、位相調整領域への入力電流 I_{ph} としている。(c) は入力電流 I_{op} による発熱に起因する波長変動 $\Delta \lambda_{op}$ である。(d) は入力電流 I_{ph} による発熱に起因する波長変動 $\Delta \lambda_{ph1}$ である。(e) は入力電流 I_{ph} によるプラズマ効果に起因する波長変動 $\Delta \lambda_{ph2}$ である。(f) は入力電流 I_{op} と入力電流 I_{ph} とによるトータルの波長変動を示す。この図から明らかなように、従来の技術のコンプリメンタリ補償方式において、入力電流 I_{op} による発熱量を相殺するように、位相調整領域に相補的な電流 I_{ph} を注入すると、プラズマ効果による波長変動を有する光出力がそのまま光導波路型 QPM-SHG デバイスに入力されることになる。

【0042】

したがって、図 7 に示すように、波長が変動することにより光導波路型 QPM-SHG デバイスの最大効率波長からずれ、第 2 高調波出力は変動してしまい、

第2高調波の最大出力を得ることができない。

【0043】

ここで、このモデルを用いて、実際に光ディスクに適用する入力電流波形を用いて、波長変動の挙動を検証する。図8に各部の挙動を示す。(a)は活性層領域への入力電流 I_{op} を示しており、ここでは実際に光ディスクに記録マークと記録スペースを形成させるときの電流を入力している。(b)は反転増幅器500により、 I_{op} を $-\alpha$ 倍したものを、位相調整領域への入力電流 I_{ph} としている。(c)は入力電流 I_{op} による発熱に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{op}$ である。

(d)は入力電流 I_{ph} による発熱に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{ph1}$ である。(e)は入力電流 I_{ph} によるプラズマ効果に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{ph2}$ である。

(f)は入力電流 I_{op} と入力電流 I_{ph} とによるトータルの波長変動を示す。図から明らかなように、入力電流 I_{op} の発熱による発熱に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{op}$ と、入力電流 I_{ph} の発熱による発熱に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{ph1}$ は完全に相殺されているが、プラズマ効果による波長変動がそのまま残留しており、波長変動を有する光出力がそのまま光導波路型QPM-SHGデバイスに入力されることになる。

【0044】

したがって、図9に示すように、波長が変動することにより光導波路型QPM-SHGデバイスの最大効率波長からずれ、第2高調波出力は変動してしまい、第2高調波出力のピーク値が0.78倍となっており、第2高調波の所望の最大出力を得ることができない。

【0045】

そこで発明者らは、従来の技術のコンプリメンタリ補償方式に対し、『パルス平均化補償方式』と呼ばれる新しい方式を考案した。この方式はマーク部（マルチパルス部）の平均電流値とスペース部のDC電流値との差分に I_{op} と I_{ph} の発熱比率 α を乗じた値 I_{phMK} を求め、この波高値 I_{phMK} で、 I_{ph} 電流を変調するものである。

【0046】

以下詳細にこの方式を説明する。

【0047】

図10は本発明の実施の形態の光源駆動装置のブロック図である。以下図11の動作シーケンス図も適宜用いながら、図10の各部の動作を説明する。

【0048】

例えば光ディスクへ適用する場合、良好な記録マークと記録スペースを形成するためには青色光パワー（第2高調波出力）を図11の（b）に示すような変調を行う必要がある。記録マークの形成には、ピークパワーとボトムパワーとの間でマルチパルス変調させ、記録スペースの形成には、バイアスパワーでDC発光させる。

【0049】

このような光変調を実現するために、まず波長可変DBR半導体レーザ300の活性層領域301を、活性層領域駆動回路310を用いて高速変調させる。活性層領域駆動回路310はピーク電流源311とバイアス電流源312とDC電流源313から構成される。ピーク電流源311とバイアス電流源312とDC電流源313の電流値 I_{opPK} 、 I_{opBS} 、 I_{opDC} は、DSP340により、記録マークの形成と記録スペースの形成に必要な青色光パワー（第2高調波出力）が得られるように設定される。記録波形生成手段350から出力される変調信号PKMDとBSMDによりピーク電流源311とバイアス電流源312とを各々スイッチングすることにより波長可変DBR半導体レーザ300の光出力変調が高速に実現される。

【0050】

また、位相調整領域302を、位相調整領域駆動回路320を用いて駆動させる。位相調整領域駆動回路320はスペース電流源322、マーク電流源323から構成される。スペース電流源312とマーク電流源313の電流値 I_{phSP} 、 I_{phMK} はDSPにより以下のように設定される。

【0051】

まず、記録スペースの形成時に、所望の青色光パワー（第2高調波出力）が得られるように、 $I_{phTOTAL}$ が設定される。

【0052】

次に、 I_{opPK} 、 I_{opBM} の波高値と、BSMD、PKMDの変調信号から、マルチパルス部の平均値 I_{opAVE} を算出する。そして、 I_{opAVE} から I_{opBS} を差し引いた値 I_{opDIFF} を算出する。この I_{opDIFF} に、活性層領域への注入する単位電流あたりの、発熱量を相殺できる位相調整領域302への注入電流の比 α を乗じ、この値を I_{phDIFF} とする。すなわち、

$$\begin{aligned} I_{phDIFF} &= \alpha * (I_{opAVE} - I_{opBS}) \\ &= \alpha * I_{opDIFF} \end{aligned}$$

この I_{phDIFF} は、活性層領域301の駆動電流波形において、マルチパルス部での発熱量とスペース部での発熱量との差を相殺する位相電流に相当する。

【0053】

以上の演算から、 I_{phSP} 、 I_{phMK} は下記のように計算される。

【0054】

$$I_{phSP} = I_{phDIFF}$$

$$I_{phMK} = I_{phTOTAL} - I_{phDIFF}$$

そして記録波形生成手段305から出力される変調信号PHMDによりスペース電流源をスイッチングすることにより、図11(g)に示すような位相調整領域駆動電流を生成して、当該駆動電流によって位相調整領域302を変調する。

【0055】

また、DBR領域303は、DBR領域駆動回路330により駆動され、波長可変DBR半導体レーザ300の発振波長が、おおむね光導波路型QPM-SHGデバイスの最大変換効率波長になるように、注入電流 I_{dbr} が演算プロセッサ340により、設定されている。

【0056】

以上のような駆動装置を用いてSHG光源が変調された場合の波長変動を、図12に示すモデルを用いて解析した。図13に各部の挙動を示す。(a)は活性層領域への入力電流 I_{op} を示しており、ここでは実際に光ディスクに記録マークと記録スペースを形成させるときの電流を入力している。(b)はパルス平均化補償方式により生成された位相調整領域への注入電流 I_{ph} を示している。(

c) は入力電流 I_{op} による発熱に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{op}$ である。(d) は入力電流 I_{ph} による発熱に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{ph1}$ である。(e) は入力電流 I_{ph} によるプラズマ効果に起因する波長変動 $\Delta\lambda_{ph2}$ である。(f) は入力電流 I_{op} と入力電流 I_{ph} とによるトータルの波長変動を示す。図 8 (f) の波長変動と比べ、変動量が $1/6$ 程度に抑圧されている様子が分かる。これは、プラズマ効果による波長変動が抑制されているためである。

【0057】

結果として得られる青色光パワー（第 2 高調波出力）を図 14 (a) に示す。図 14 (b) にコンプリメンタリ補償方式により得られる青色光パワー（第 2 高調波出力）を比較対象として示す。青色光パワー（第 2 高調波出力）がコンプリメンタリ補償方式にくらべ、16%改善され、ピークパワーの損失も6%に抑えられている。

【0058】

以上、本発明の実施の形態のレーザ駆動装置により、プラズマ効果による波長変動を最小限に抑えられ、所望の青色光パワー（第 2 高調波出力）が得られる。したがって、例えば本発明のレーザ駆動装置を、光ディスク装置に適用することによって、高密度光ディスクへの記録が可能になる。

【0059】

【発明の効果】

以上、本発明の実施の形態のレーザ駆動装置により、プラズマ効果による波長変動を最小限に抑えられ、所望の青色光パワー（第 2 高調波出力）が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来技術における光導波路型 QPM-SHG デバイスを用いた SHG 青色光源の概略構成図

【図 2】

従来技術のレーザ駆動方式における活性層領域への注入電流と位相調整領域への注入電流を示す図

【図 3】

本発明の実施の形態における光導波路型 QPM-SHG デバイスを用いた SHG 青色光源の概略構成図

【図 4】

本発明の実施の形態における基本波光の波長に対して出射される高調波光の出力パワーを示す図

【図 5】

本発明の実施の形態における波長変動解析モデルのブロック図

【図 6】

本発明の実施の形態における波長変動解析モデルの各部の挙動を示す図

【図 7】

本発明の実施の形態における波長変動の様子を示す図

【図 8】

本発明の実施の形態における波長変動解析モデルの各部の挙動を示す図

【図 9】

本発明の実施の形態における波長変動の様子を示す図

【図 10】

本発明の実施の形態における光源駆動装置の構成を示す図

【図 11】

本発明の実施の形態における光源駆動装置の動作シーケンスを示す図

【図 12】

本発明の実施の形態における波長変動解析モデルのブロック図

【図 13】

本発明の実施の形態における波長変動解析モデルの各部の挙動を示す図

【図 14】

本発明の実施の形態における波長変動の様子を示す図

【符号の説明】

300 波長可変 DBR 半導体レーザ

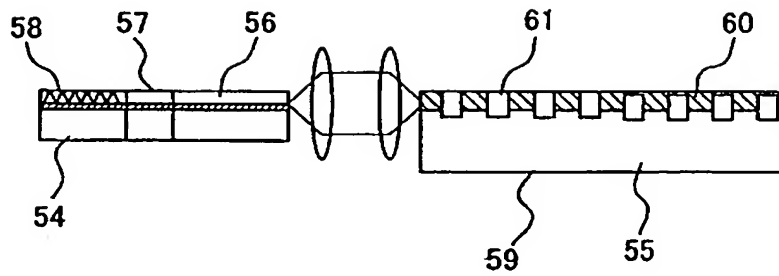
301 活性層領域

302 位相調整領域

- 3 0 3 分布ブラッグ反射器 (D B R) 領域
- 3 0 4 光導波路型 Q P M - S H G デバイス
- 3 1 0 活性層領域駆動回路
- 3 1 1 ピーク電流源
- 3 1 2 バイアス電流源
- 3 1 3 D C 電流源
- 3 2 0 位相調整領域駆動回路
- 3 2 2 スペース電流源
- 3 2 3 マーク電流源
- 3 3 0 D B R 領域駆動回路
- 3 4 0 演算プロセッサ
- 3 5 0 記録波形生成手段

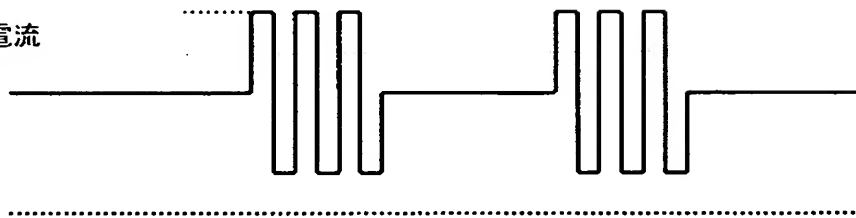
【書類名】 図面

【図 1】

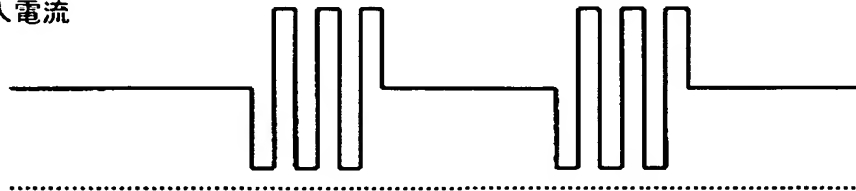


【図 2】

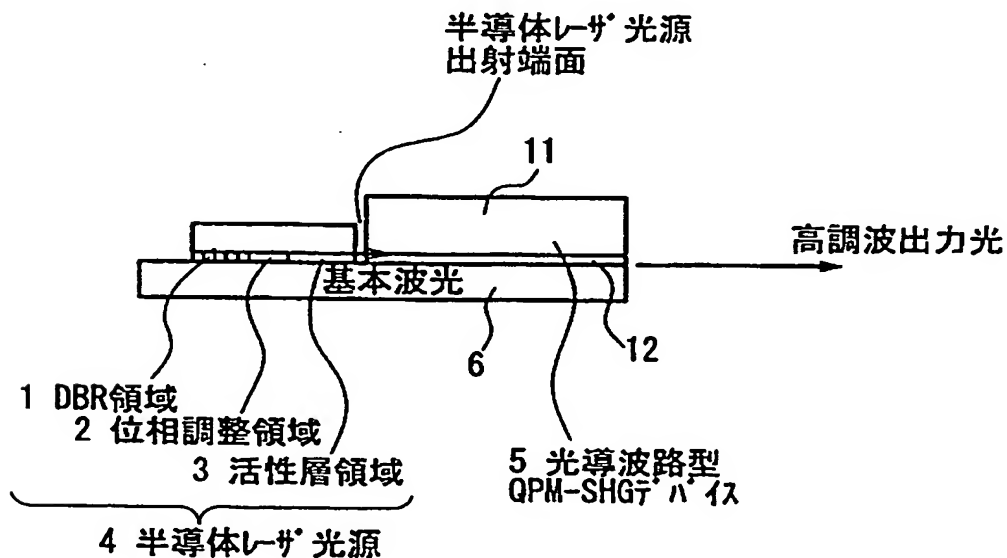
活性層領域への注入電流



位相調整領域への注入電流

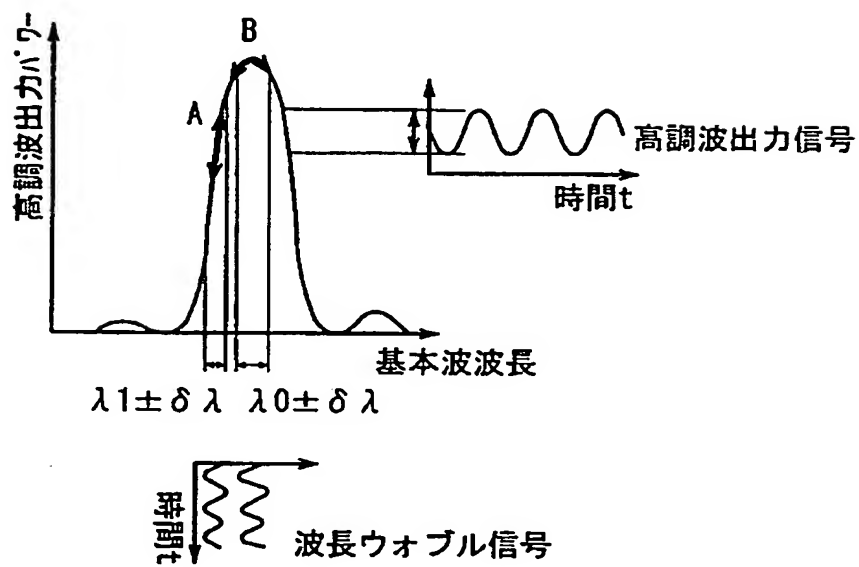


【図 3】

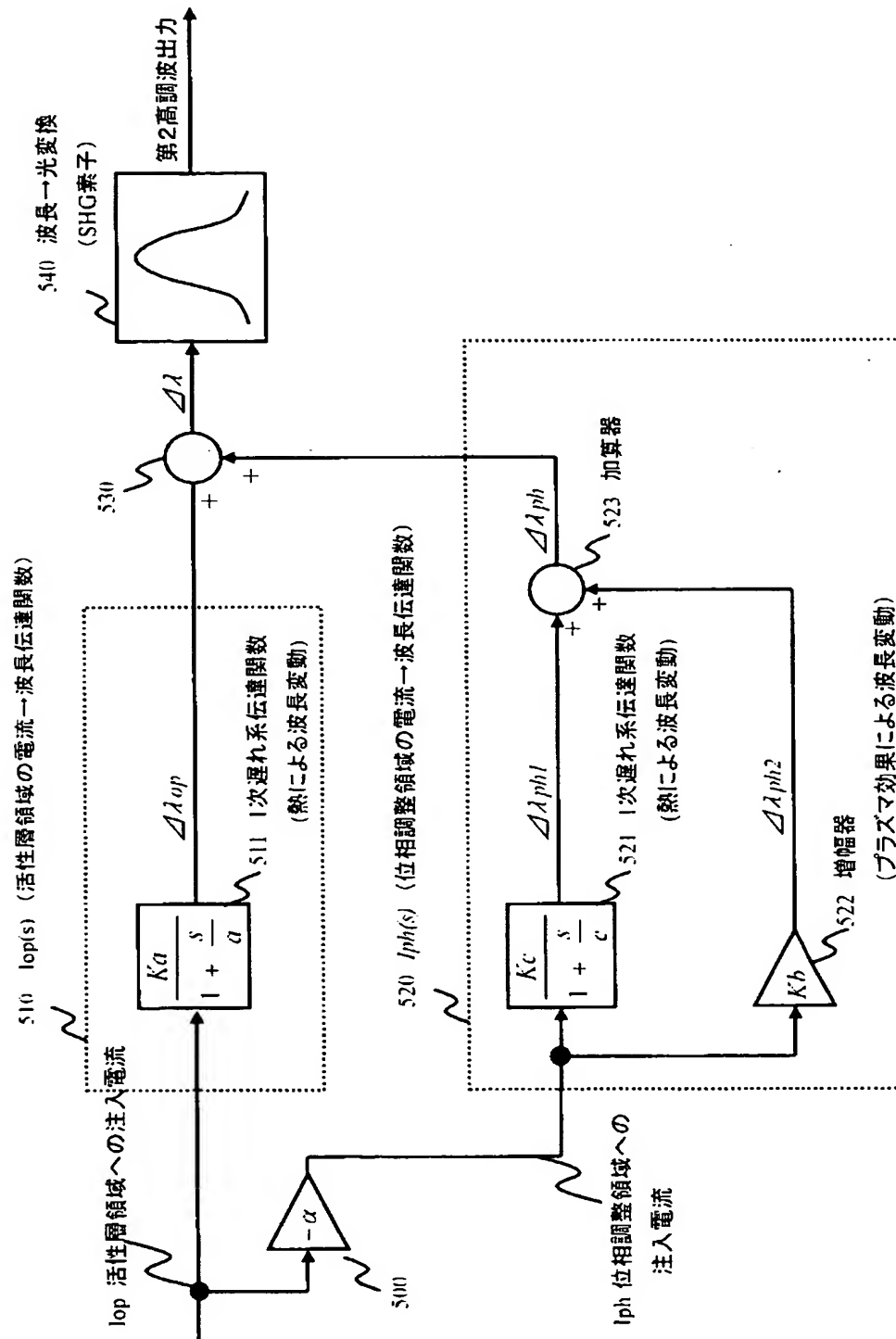


【図 4】

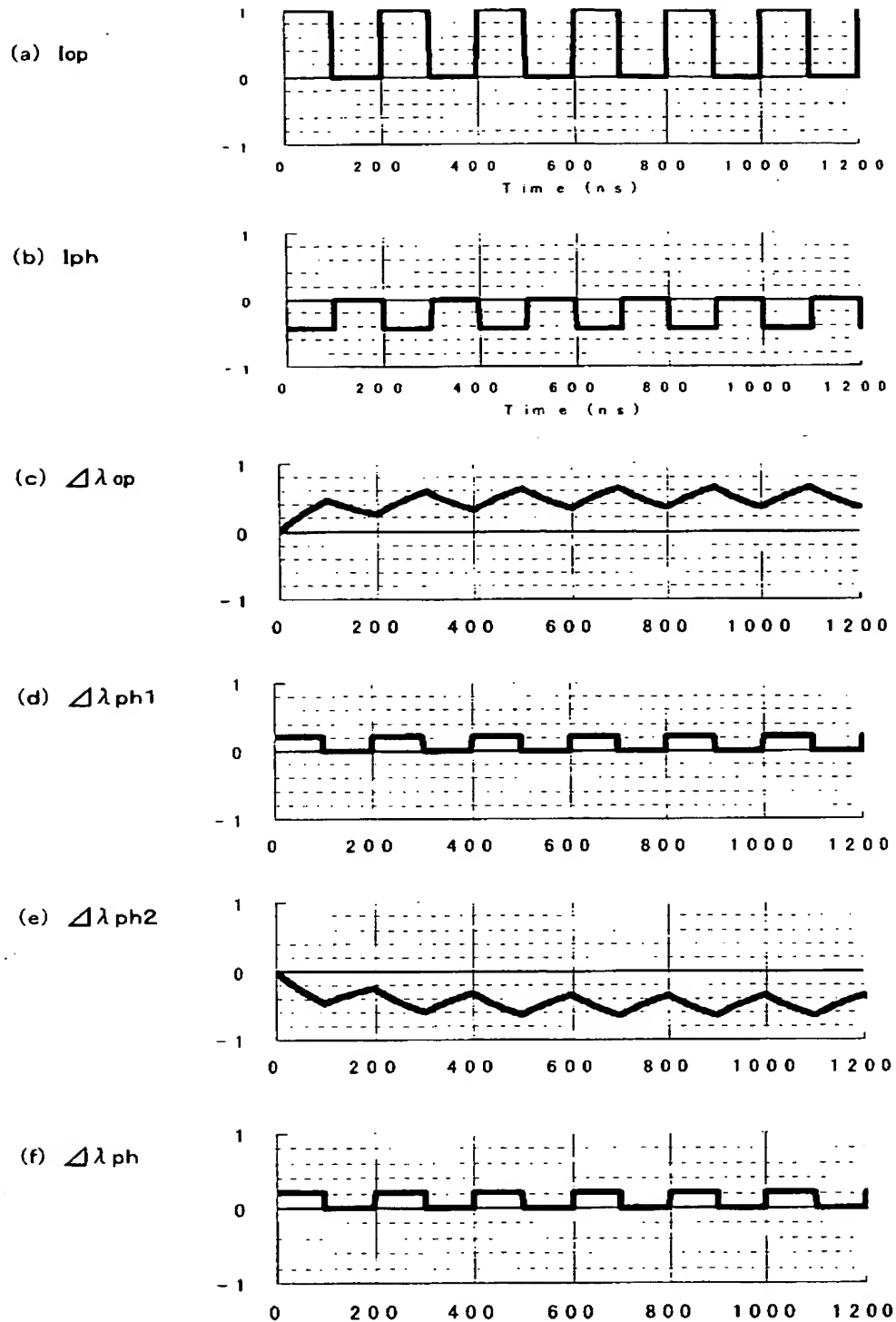
光導波路型QPM-SHGデバイスの高調波出力パワーの波長依存性



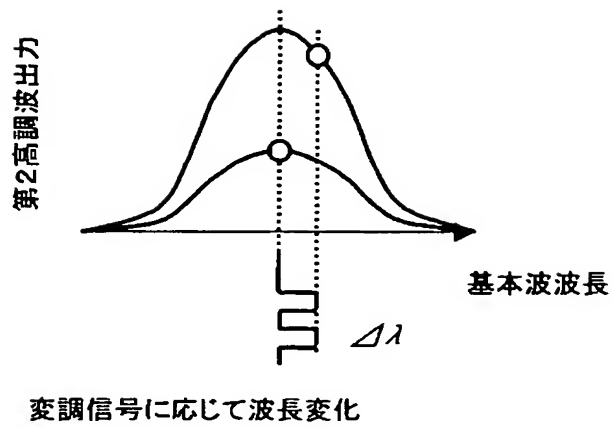
【図 5】



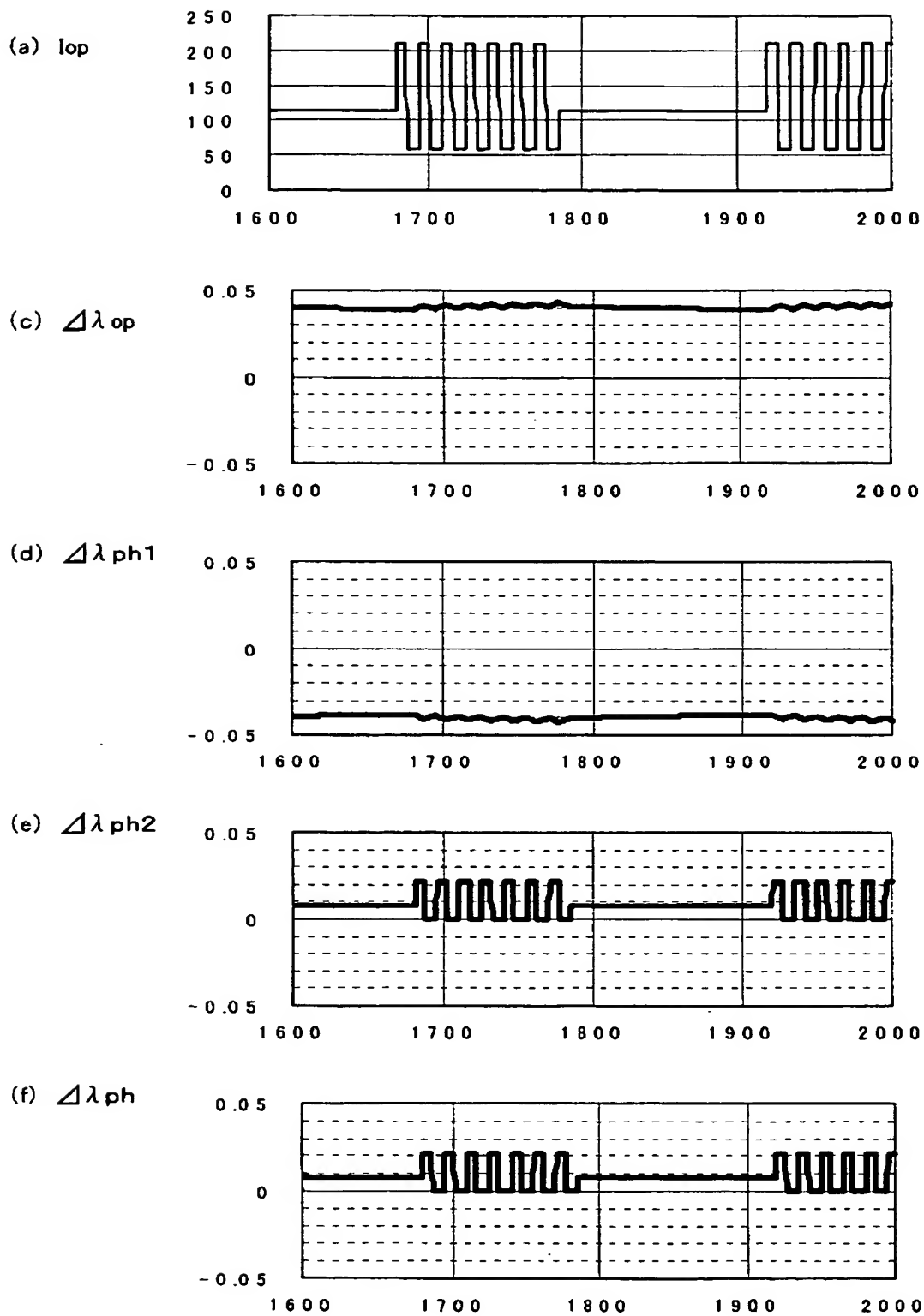
【図 6】



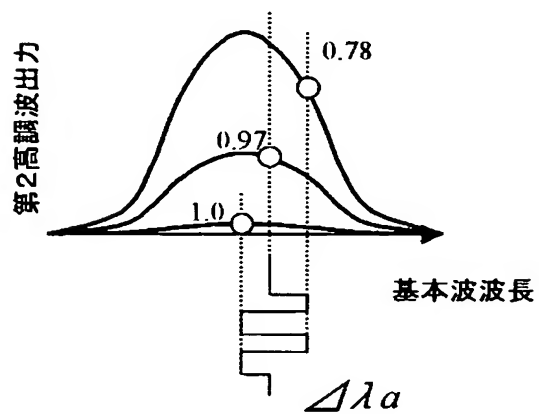
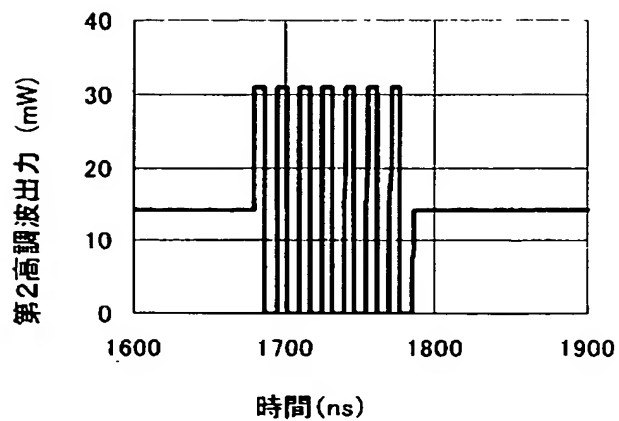
【図 7】



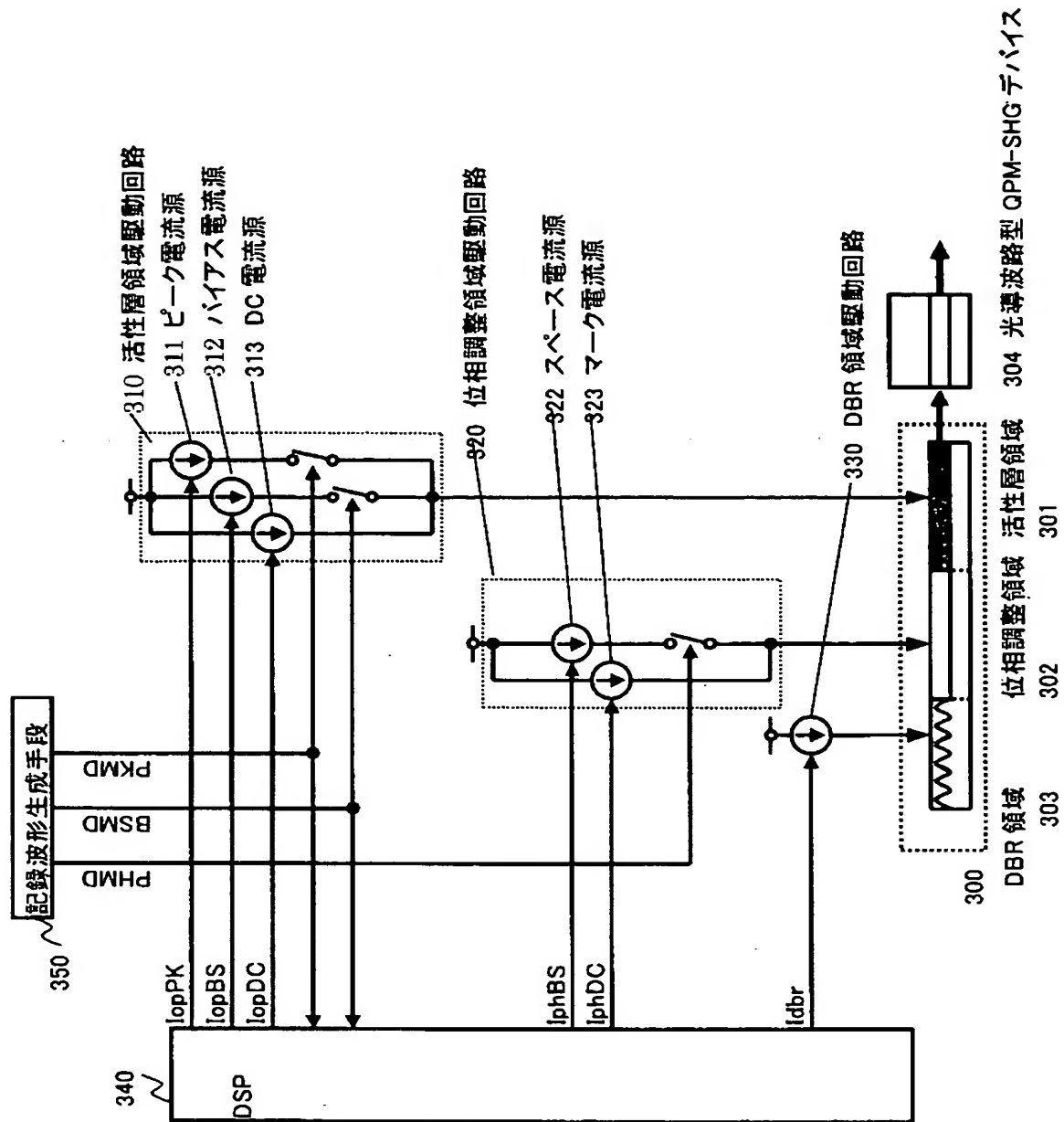
【図 8】



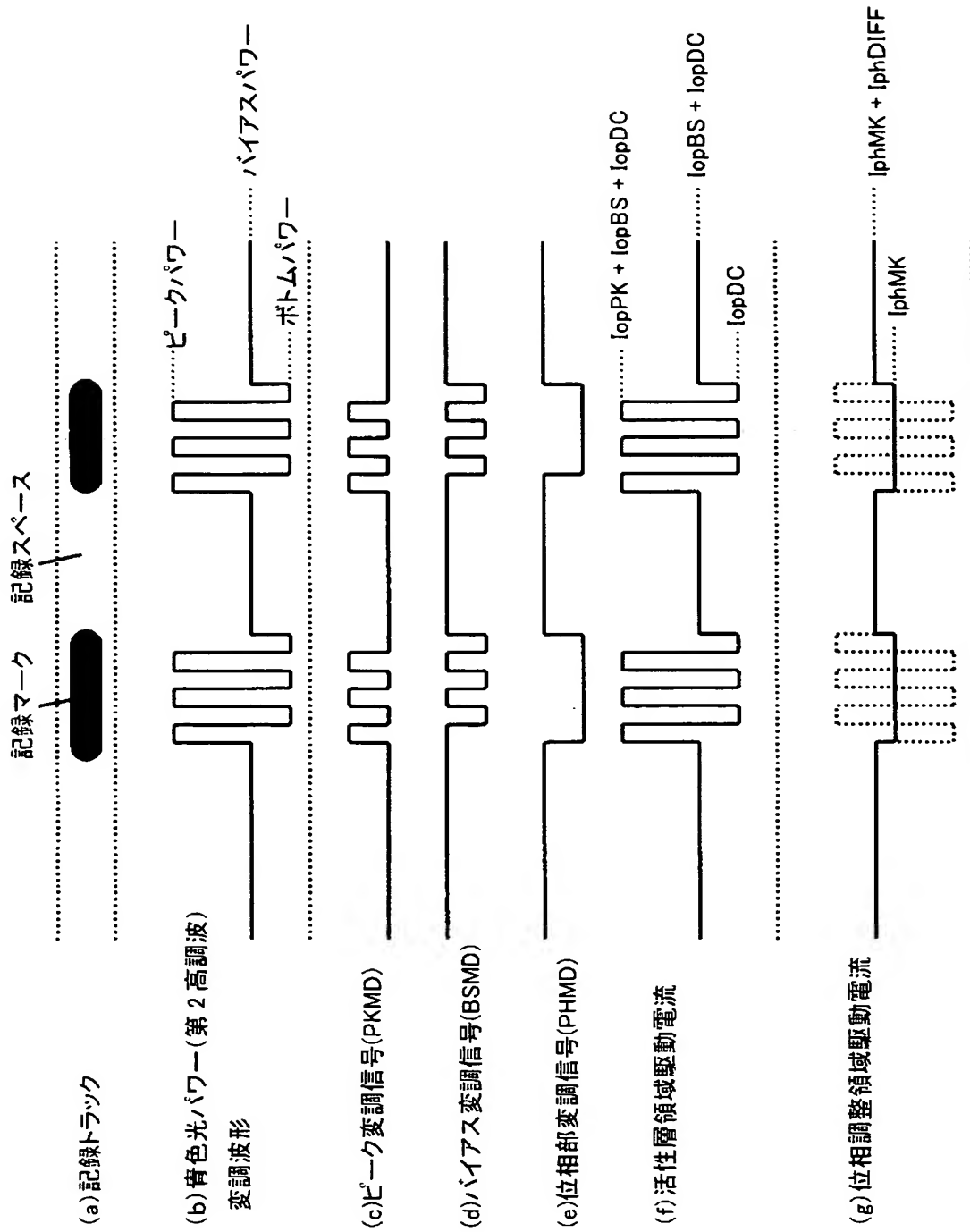
【図 9】



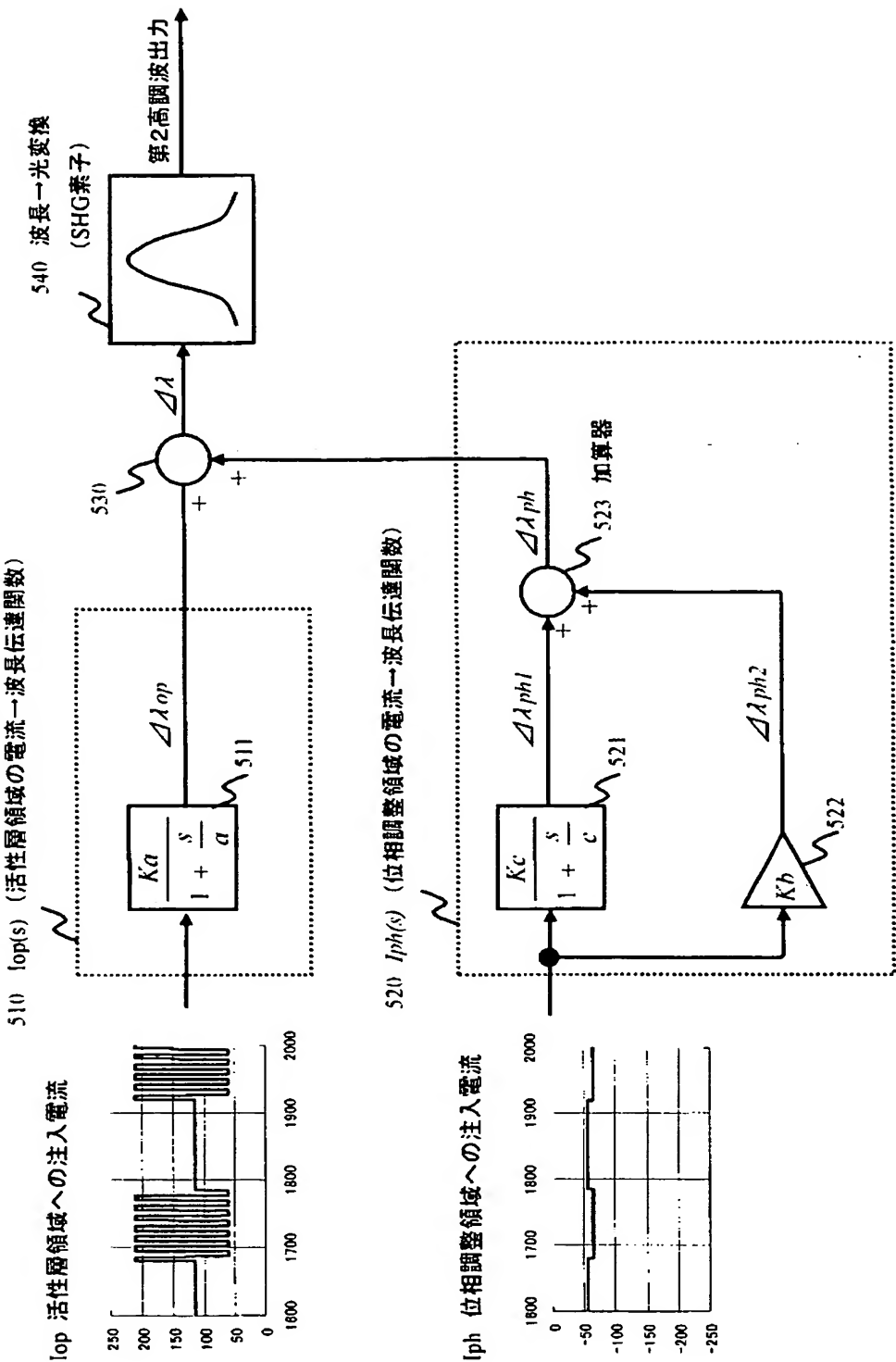
【図 10】



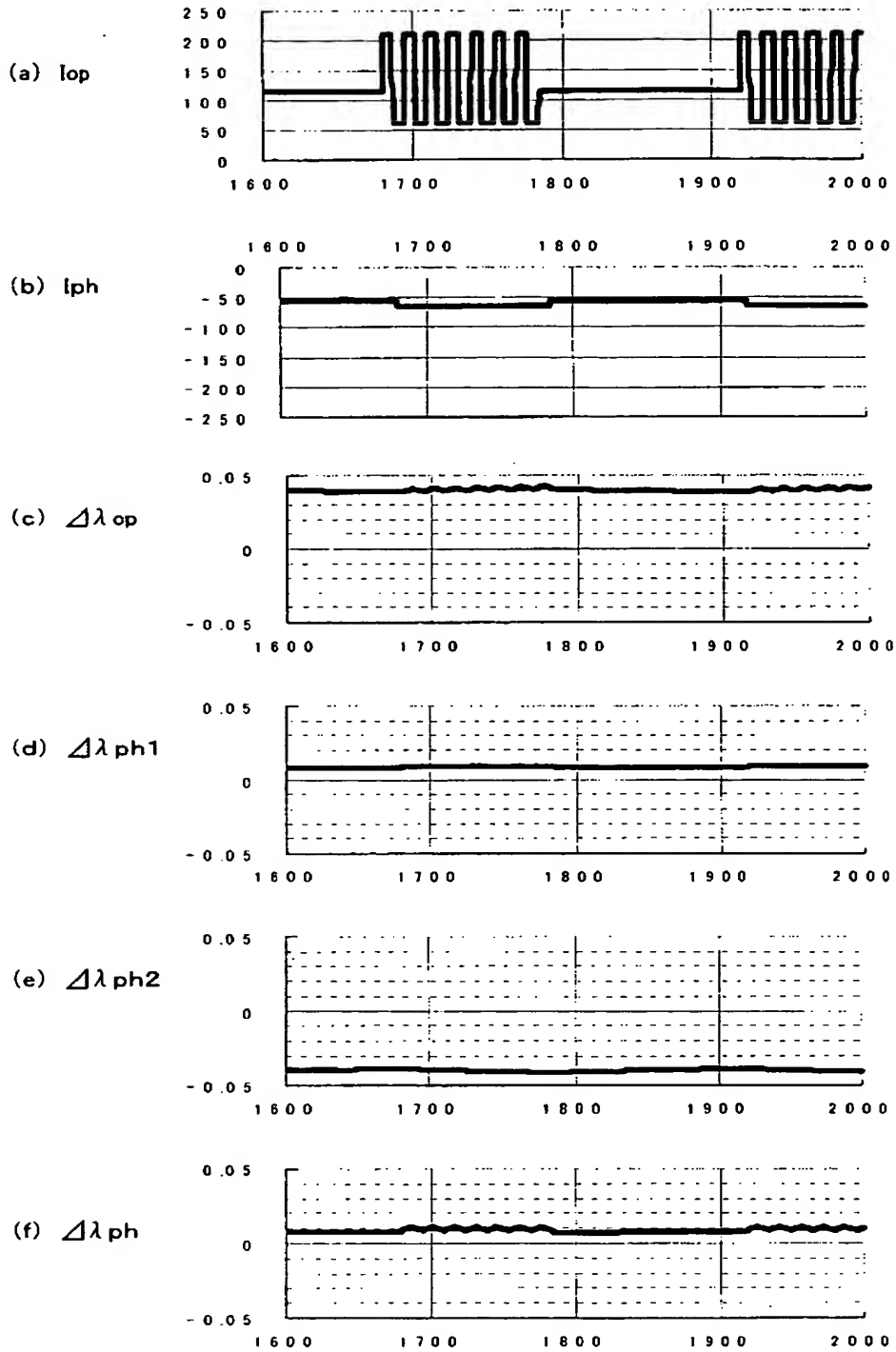
【図 11】



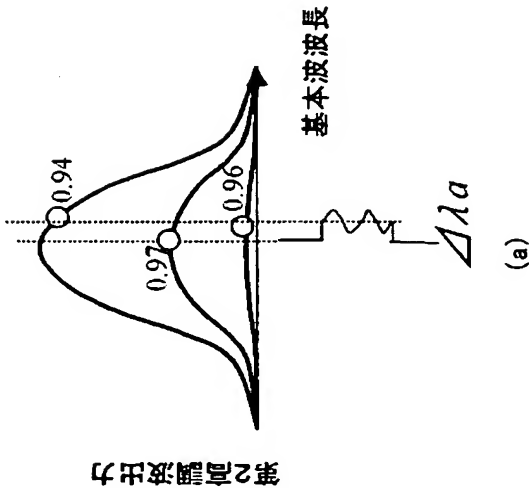
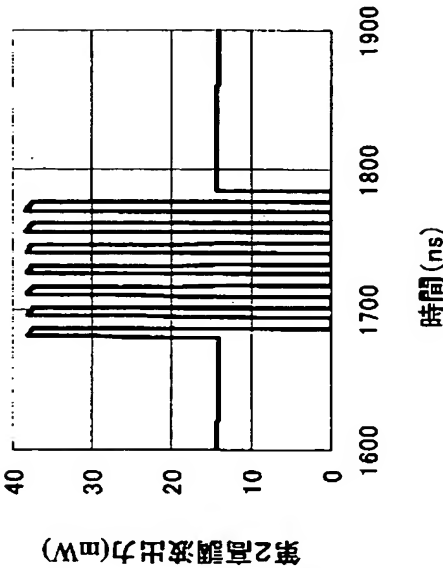
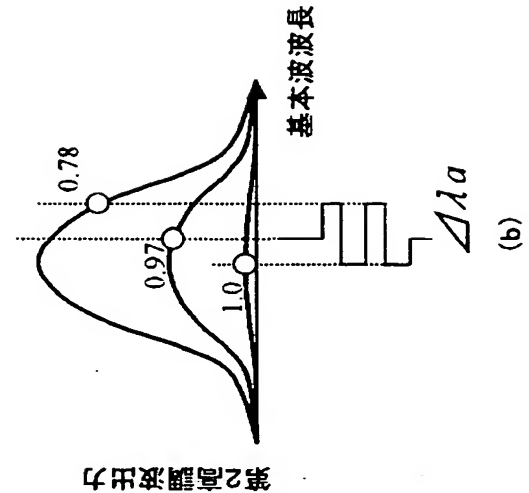
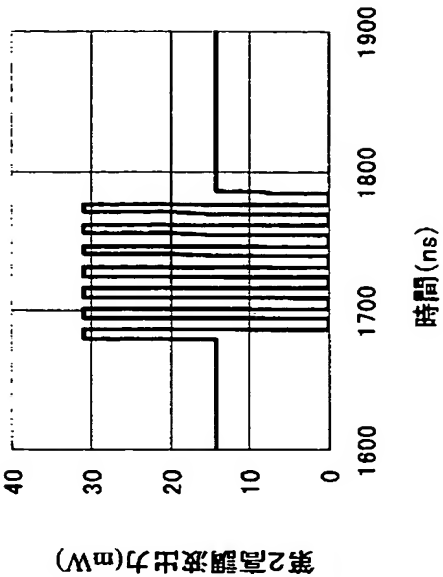
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体レーザ光源全体での発熱量をほぼ一定に保つ目的で、活性層領域に注入される電流（注入電流）と相補的な電流を位相調整領域に印加すると、プラズマ効果により、半導体レーザの実効的な光学的が変動し、青色光出力パワーが変動してしまう。

【解決手段】 記録マーク形成時に活性層領域に注入するマルチパルス変調電流の平均値を算出し、さらに前記平均値と、記録スペース形成時に活性層領域に注入するバイアス電流値から、マルチパルス変調電流注入時の発熱量とバイアス電流注入時の発熱量との差分を算出し、前記発熱量の差分値に定数を乗じた電流値で位相調整領域を変調することにより、前記発熱量の差分値を相殺できるようにする。これにより、位相調整領域の駆動電流の波高値を小さくできるので、プラズマ効果による波長変動を最小限に抑えることができる。

【選択図】 図 1 1

特願 2 0 0 3 - 1 1 6 8 3 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社